



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

**Facultad de Ciencias Físicas**

**Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos**

**“Cálculo de un sistema de mitigación para evitar la flotabilidad de las tuberías de la red troncal de acero que transporta gas natural, en un suelo con alto nivel freático”**

**MONOGRAFÍA TÉCNICA**

**Para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos**

**Modalidad M3**

**AUTOR**

**Eusebio Jesús CARHUAMACA VILA**

**Lima, Perú**

**2018**



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Carhuamaca, E. (2018). *“Cálculo de un sistema de mitigación para evitar la flotabilidad de las tuberías de la red troncal de acero que transporta gas natural, en un suelo con alto nivel freático”*. [Monografía técnica de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Físicas, Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

---



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA DE FLUIDOS ✓

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE MONOGRAFÍA TÉCNICA PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO DE FLUIDOS POR LA MODALIDAD M3, SUFICIENCIA PROFESIONAL ✓

Siendo las 16:00 horas del día jueves 12 de julio de 2018 en el Auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos, bajo la presidencia del MSc. Ing. SAÚL PRIMITIVO HORQUE FERRO y con la asistencia del Mg. Ing. JORGE LUIS GASTELO VILLANUEVA y del Ing. MIGUEL ERNESTO ARÁMBULO MANRIQUE, miembros del Jurado Examinador de Monografía Técnica, de conformidad con la Resolución Rectoral N° 01934-R-02 que aprueba las diferentes modalidades de titulación profesional, se dio inicio a la Sesión Pública de Sustentación de Monografía Técnica en la que el Bachiller EUSEBIO JESÚS CARHUAMACA VILA puso a consideración del Jurado Examinador su trabajo de Monografía Técnica como parte de los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos por la Modalidad M3, Suficiencia Profesional. ✓

El Presidente del Jurado Examinador dio lectura del Resumen del Expediente e invitó al Bachiller EUSEBIO JESÚS CARHUAMACA VILA, a realizar la exposición de su trabajo titulado "CÁLCULO DE UN SISTEMA DE MITIGACIÓN PARA EVITAR LA FLOTABILIDAD DE LAS TUBERÍAS DE LA RED TRONCAL DE ACERO QUE TRANSPORTA GAS NATURAL, EN UN SUELO CON ALTO NIVEL FREÁTICO" durante un tiempo de 30 minutos. ✓

Concluida la exposición del candidato, y luego de las preguntas de rigor de parte del Jurado Examinador, el Presidente invitó al Bachiller a abandonar momentáneamente la sala de sesión para dar paso a la deliberación y calificación correspondiente. Se procedió a promediar la nota final obtenida en los cursos del Ciclo de Actualización Profesional (CAP), y el resultado se promedió a su vez con la nota de sustentación de la monografía para hallar el promedio final.

Al término de la deliberación del jurado, se invitó al candidato a regresar a la sala de sesión para dar lectura a la calificación final obtenida, la misma que fue:

DIECISIETE ..... 17. ✓

El Presidente del Jurado Examinador, MSc. Ing. SAÚL PRIMITIVO HORQUE FERRO, a nombre de la Nación y de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, declaró al Bachiller EUSEBIO JESÚS CARHUAMACA VILA Ingeniero Mecánico de Fluidos.

Siendo las 17:10 horas del mismo día, se levantó la sesión.

MSc. Ing. SAÚL PRIMITIVO HORQUE FERRO  
Presidente de Jurado Examinador

Mg. Ing. JORGE LUIS GASTELO VILLANUEVA  
Miembro de Jurado Examinador

Ing. MIGUEL ERNESTO ARÁMBULO MANRIQUE  
Miembro de Jurado Examinador

## Resumen

El objetivo de la presente monografía es el cálculo de un sistema de mitigación para evitar la flotabilidad de la tubería de acero al carbono en la instalación de redes de gas natural, en un terreno que presenta alto nivel freático. El trabajo de investigación se desarrolla en el contexto de la masificación de Redes de Acero para el transporte de gas natural para el uso industrial en la región de Lima. Una de las diversas geografías del Perú, encontramos aquella que el nivel freático se encuentra a una profundidad relativamente pequeña en relación al nivel del piso terminado, esto se da porque el suelo se encuentra cercano al mar, ríos, lagunas o cerca de suelos donde la tierra se encuentre expuesto al agua permanentemente. Analizando el principio de Arquímedes, afirma que todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje vertical y hacia arriba igual al peso de fluido desalojado. Al realizar los cálculos se determina que la fuerza de empuje es mayor al peso de la tubería de acero al carbono. En consecuencia, existe flotabilidad de la tubería, bajo estas condiciones se propone realizar un sistema de mitigación para evitar la flotabilidad de la tubería. El sistema consiste la instalación de lastres de concreto, que serán ubicados sobre la tubería a lo largo de la red instalada. Estos lastres de concreto sirven como contrapeso para evitar la flotación de la tubería. Dentro de la monografía se considera el cálculo de la tubería de acero a utilizar (Diámetro y espesor), pues solo se cuenta con el dato del consumo o caudal solicitado por el cliente. Calculado el diámetro y espesor de tubería a utilizar, podremos seleccionar la tubería en el catálogo del fabricante con las características calculadas. También se considera el suministro e instalación de revestimiento de tuberías, ya que es conveniente mencionarla en vista que es importante la protección de la tubería ante la corrosión, por contacto con el agua, adicional se menciona la selección de la protección catódica, que consiste en la instalación de un electrodo de sacrificio para evitar la corrosión de la tubería.

Palabras clave: Diámetro y espesor de tubería, fluido, flotación, fuerza de empuje, sistema de mitigación, deflexión de tubería de acero.

## **Abstract**

The objective of the present monograph is the calculation of a mitigation system to avoid the buoyancy of the carbon steel pipe in the installation of natural gas networks, in a land that has a high water table. The research work is developed in the context of the massification of Steel Networks for the transportation of natural gas for industrial use in the Lima region. One of the different geographies of Peru, we find that the water table is at a relatively small depth in relation to the level of the finished floor, this is because the soil is close to the sea, rivers, lagoons or near soils where land is permanently exposed to water. Analyzing the principle of Archimedes, he affirms that every body submerged in a fluid experiences a vertical and upward thrust equal to the weight of fluid dislodged. When calculating, it is determined that the pushing force is greater than the weight of the carbon steel pipe. Consequently, there is pipeline buoyancy, under these conditions it is proposed to carry out a mitigation system to avoid buoyancy of the pipeline. The system consists of the installation of concrete ballasts, which will be located on the pipeline along the installed network. These concrete ballasts serve as a counterbalance to avoid the flotation of the pipe. Within the monograph, the calculation of the steel pipe to be used (diameter and thickness) is considered, since only the consumption or flow data requested by the customer is available. Calculated the diameter and thickness of pipe to use, we can select the pipe in the catalog of the manufacturer with the calculated characteristics. The supply and installation of pipe lining is also considered, since it is convenient to mention it in view that it is important to protect the pipeline against corrosion, by contact with water, the selection of cathodic protection, which consists of the installation of a sacrificial electrode to prevent corrosion of the pipe.

Key words: Diameter and thickness of pipe, fluid, flotation, thrust force, mitigation system, deflection of steel pipe.